

Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens an einem Rad

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens an einem Rad eines Fahrzeugs nach der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 näher definierten Art.

Aus der Praxis sind nach unterschiedlichen Prinzipien arbeitende Vorrichtungen zur Ermittlung eines Reifenzustands bekannt, wobei diese Vorrichtungen in der Regel auf die Ermittlung des korrekten Luftdrucks des Reifens hin konzipiert sind und mittels Sensoren Zustandsdaten des Reifens ermitteln und an eine Empfangseinheit des Fahrzeugs ausgeben und/oder Zustandsdaten des Reifens mittels fahrzeugseitiger Steuer- und Regelsysteme wie beispielsweise eines Antiblockiersystems,

eines elektronischen Stabilitätsprogramms oder eines elektrohydraulischen Bremssystems, berechnen oder schätzen.

Eine Reifenzustandserkennung mit fahrzeugseitigen Systemen, welche Drehzahlfühler-Informationen und Fahrzeuginformationen beispielsweise von mit einer Motor-/Getriebesteuerung verbundenen Systemen zu Hilfe nehmen, geben nachteilhafterweise keine realen Zustandswerte des Reifens wieder, sondern nur hilfsweise Berechnungen und Schätzungen. Neben der damit verbundenen Ungenauigkeit ist eine derartige Ermittlung eines Reifenzustandes zudem systembedingt langsam und benötigt eine je nach Fahrdynamik längere zurückgelegte Strecke mit dem Fahrzeug.

Eine Reifenzustandsermittlung mittels eines Sensors, welcher die ermittelten Werte drahtlos an eine Empfangseinheit des Fahrzeugs ausgibt, ist z. B. in der EP 0 746 475 B1 beschrieben. Hierbei dient ein Transponder zum Erfassen, Speichern und Senden von Reifenzustandsparameterdaten für einen Fahrzeugreifen, wobei der Transponder mit einer Energieversorgung und einer Antenne verbunden ist und auf ein Abfragesignal eines fahrzeugseitigen Abfragemittels Reifenzustandsparameterdaten, insbesondere den Luftdruck und die Temperatur, an das Abfragemittel ausgibt.

Des Weiteren ist aus der DE 199 40 086 A1 ein Verfahren zur Identifikation von Reifen, insbesondere Flugzeugreifen, mittels integrierter Transponder und eine Dokumentation der Nut-

zungsdaten des Reifens einschließlich Druck und Temperaturen im Transponder bekannt.

Derartige Lösungen, bei denen ein beispielsweise batteriebetriebener Sensor, welcher an oder in dem Reifen angeordnet ist, Informationen wie den Reifeninnendruck entweder temperaturkorrigiert oder mit einer zusätzlichen Temperaturinformation an eine separate Empfängereinheit am Fahrzeug übermittelt, sind jedoch dahingehend negativ, dass diese Sensoren bei einem Reifenwechsel immer wieder neu kalibriert werden müssen.

Weiterhin ist es aus der Praxis bekannt, einen Reifen mit magnetischen Elementen zu versehen und über einen geeigneten Drehzahlfühler in der Nähe der Reifenflanke eine Magnetfeldänderung bei Drehung des Rades zu detektieren. Auf diese Weise kann eine Torsion der Reifenflanke erkannt werden.

Nachteilig ist bei einer solchen Methode jedoch, dass nur spezielle Reifen mit den entsprechenden magnetischen Wellen verwendet werden dürfen und die Zahl der hiermit gewinnbaren Zustandsdaten des Reifens gering ist.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens an einem Rad eines Fahrzeugs zu schaffen, mit der eine zuverlässige und schnelle Ermittlung einer größtmöglichen Zahl an Zustandsdaten des Reifens mit geringem konstruktiven Aufwand möglich ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Patentanspruches 1 gelöst.

Vorteile der Erfindung

Eine Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens an einem Rad eines Fahrzeugs mit wenigstens einem Sensor hat bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung, wonach wenigstens ein fahrzeugseitiger Sensor vorgesehen ist, welcher eine Entfernung zu wenigstens einem an dem Reifen festgelegten Messziel repräsentierende Werte ermittelt und an eine Auswerteeinrichtung ausgibt, welche hieraus Zustandsdaten des Reifens ermittelt, zunächst den Vorteil, dass die fahrzeugseitige Anordnung des wenigstens einen Sensors eine einfache Energieversorgung und Datenübertragung ermöglicht.

Die Nutzung der Entfernungsinformation zwischen dem wenigstens einen Sensor und einem an dem Reifen festgelegtem Messziel ermöglicht zudem zuverlässige und schnelle Aussagen zu einer Vielzahl von Zustandsdaten des Reifens.

Beispielsweise ermöglicht die Überwachung der Entfernung zwischen einem Messziel an einer Flanke des Reifens im Bereich seiner Auflage auf der Fahrbahnoberfläche und dem Sensor schnelle Aussagen über einen Druckzustand bzw. Befüllungszustand und einen Belastungszustand des Reifens, da eine Verkürzung dieser kritischen Entfernung eine Minderbefüllung

oder hohe Belastung des Reifens anzeigt.

Weiterhin erlaubt die Entfernungsmessung Aussagen über die Art der Belastung des Reifens, wie beispielsweise eine Torsionsbelastung, und über einen Reifenoberflächenzustand, da auch Beulen, Dellen, eine Fragmentbildung und eventuell in den Reifen eingetriebene Nägel über eine Entfernungsmessung erfassbar sind.

Je nach Sensorauflösung ist auch der Profilizustand des Reifens, d. h. das Vorliegen einer Soll-Profilhöhe oder ein Minde-Profilhöhe, mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung feststellbar.

Weiterhin ist mit der erfindungsgemäßen Nutzung von Entfernungsinformationen auch eine Unterscheidung zwischen Sommerreifen-Zustand und Winterreifen-Zustand möglich, wobei hierzu die Entfernungsinformation von der Auswerteeinrichtung vorteilhafterweise mit einer Reibwerterkennung kombiniert werden kann.

Durch ein periodisches Messsignal lässt sich auch ein möglicherweise vorliegender Unwuchtzustand des Reifens feststellen.

Neben der Überwachung des Zustands des Reifens im engeren Sinn ist vorteilhafterweise auch die Überwachung von mit dem Reifen verbundenen, drehenden Bauteilen möglich, so dass mit

der erfindungsgemäßen Vorrichtung auch ein Felgenzustand im Hinblick auf Felgenschäden überwacht werden kann.

In einer vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann der wenigstens eine Sensor so ausgelegt sein, dass er Entfernungswerte und/oder Geschwindigkeitswerte des wenigstens einen Messziels ermittelt.

Mit den Geschwindigkeitswerten der Räder können zusätzliche Berechnungen, wie beispielsweise die Berechnung der Radmomente, durchgeführt werden.

Der wenigstens eine Sensor kann statisch an dem Fahrzeugchassis angeordnet sein, z. B. fest an einer Achse des Fahrzeugs. Der Sensor kann jedoch auch an einem dynamisch mit dem Fahrzeugchassis verbundenen Bauteil, wie z. B. einem Federbein, angeordnet sein, wobei sich der Vorteil ergibt, dass eine dynamische Messung durchführbar ist, bei der dynamische Veränderungen des Fahrzustandes, wie eine Beschleunigung, eine Verzögerung und eine Kurvenfahrt anhand der Reifenverformung verfolgt werden können.

Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird ein erstes Messziel an einer Flanke bzw. einem Seitengummi des Reifens festgelegt, wobei die Entfernung zu einem solchen Messziel insbesondere bei der Feststellung des Befüllungszustandes und des Belastungszustandes des Reifens sehr aussagekräftig ist.

Alternativ oder zusätzlich können auch Messziele im Bereich der Wulstzone oder im Bereich der Schulterzone im Übergang zur Lauffläche des Reifens festgelegt werden, wobei Letzteres eine Überwachung der Profilbreite des Reifens erlaubt.

Wenn ein rotierendes Referenzmessziel an dem Rad als weiteres Messziel festgelegt wird, ist vorteilhafterweise auch eine einfache Selbstkalibrierung des wenigstens einen Sensors zur Zustandserkennung eines Reifens möglich. Ein solches Referenzmessziel kann beispielsweise ein Bereich eines Felgenhorns sein.

Die Aussagekraft einer den Reifen betreffenden Zustandsinformation kann dadurch weiter erhöht werden, dass ein weiteres Messziel ein Fahruntergrund ist, wobei die Höhe des Sensors gegenüber dem Fahruntergrund als Entfernung ermittelt wird.

Der Sensor kann zur Erfassung der Entfernung zu dem wenigstens einen Messziel nach unterschiedlichen bekannten Messprinzipien arbeiten, wobei insbesondere ein elektromagnetischer Sensor, wie ein Radarsensor, von Vorteil ist, welcher zudem eine Geschwindigkeitskomponente des erfassten Messbereichs ermittelt. Der Sensor kann jedoch auch als ein optischer Sensor, insbesondere als Lidarsensor oder eine Bildfassungseinrichtung, oder als ein akustischer Sensor, wie z. B. ein Ultraschallsensor, ausgebildet sein.

Bei einer Messung von Entfernungen zu mehreren Messzielen kann es vorgesehen sein, dass diese gleichzeitig in einem vorgegebenen Winkelbereich erfasst werden.

Bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann aber auch eine mechanische Verschwenkung zu verschiedenen Winkelbereichen oder eine elektronische Schaltung vorgesehen sein.

Beispielsweise kann bei Verwendung eines Radarsensors entweder mit einer festen Antenne der gesamte Entfernungsbereich gescannt werden oder durch Einsatz einer scannenden Antenne eine Winkelauflösung über ein Patcharray oder eine mechanische Schwenkung erzeugt werden.

Optische Systeme, welche auf einer Bilderfassung z. B. mittels Video basieren, können analog gestaltet werden, wobei zur Erfassung unterschiedlicher Winkelbereiche auch der Einsatz von Spiegeln denkbar ist.

Die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ermittelten Zustandsdaten des Reifens können von der Auswerteeinrichtung bei einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung einem Netzwerk mit hieran angeschlossenen Steuerungs-/Regelsystemen des Fahrzeugs zur Verfügung gestellt werden.

Diese Steuerungs-/Regelsysteme können bei einem Kraftfahrzeug auf den Antrieb und das Getriebe des Fahrzeugs oder auf einzelne Ausstattungsmerkmale oder Sicherheits- und Informationsmodule einwirken. Beispiele für derartige Steuerungs-

/Regelsysteme sind ein Antiblockiersystem der Bremsanlage, ein elektrohydraulisches Bremssystem, d. h. eine Kombination aus elektronischer und hydraulischer Bremse, eine Anti-schlupfregelung, ein elektronisches Stabilisierungsprogramm, eine automatische Reifendruckkontrolle mit automatischer Befüllung, eine Ansteuerung einer Achs-Luftfeder, eine elektronische Dämpferkontrolle, eine Lichtregelung, eine Leuchtweitenregelung, und eine Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation oder Fahrzeug-zu-Leitstelle-Kommunikation, mit der eine Wartungs- oder Pannestelle eine Ferndiagnose durchführen kann.

Um dem Fahrer und/oder einer Wartungsperson anzuzeigen, dass eine Abweichung eines Reifenzustandes von einem Normzustand vorliegt, welcher ein Handeln seitens des Fahrers oder der Wartungsperson erfordert, ist es zweckmäßig, wenn die Auswerteeinrichtung ein entsprechendes Signal an eine optische und/oder akustische und/oder haptische Anzeigeeinrichtung des Fahrzeugs ausgibt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann auch mit einer an sich bekannten Speicher- und Empfangseinrichtung zusammenwirken, bei der beispielsweise mittels einer Transpondertechnologie von einem Sender im Reifen Daten an eine fahrzeugseitige Empfangseinrichtung übermittelt werden. Auf diese Weise können reifenspezifische Daten, welche sich z. B. auf das Fabrikat, die Herstellung sowie die zulässige Höchstgeschwindigkeit bei dem betreffenden Reifen beziehen, oder auch zusätzliche Druck- und Temperaturwerte übermittelt werden.

Dabei können von einer Speichereinrichtung des Reifens über dessen Lebenslauf ermittelte Daten abrufbar sein, welche somit auch nach einem Reifenwechsel zur Verfügung stehen und Informationen liefern, die über eine rein fahrzeugseitige Ermittlung des Reifenzustands nicht detektierbar sind.

Zusammen mit den durch die erfindungsgemäße Entfernungsmessung ermittelten Zustandsdaten können somit umfassend Informationen bezüglich des Reifens gewonnen werden, welche dem Netzwerk von Steuerungs- und Regelsystemen des Fahrzeugs zur situationsoptimierten Betriebsweise des Fahrzeugs zur Verfügung gestellt werden können.

Wenngleich sich die erfindungsgemäße Vorrichtung insbesondere bei einem Kraftfahrzeug als sehr vorteilhaft erweist, ist diese nicht auf Kraftfahrzeuge beschränkt, sondern bei allen radgebundenen Bewegungsmitteln einsetzbar. Insbesondere bei Luftfahrzeugen, bei denen aus Sicherheitsgründen eine zuverlässige Reifendiagnose von hoher Bedeutung ist, kann eine Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens gemäß der Erfindung von Vorteil sein.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes nach der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens mit zwei Möglichkeiten der Anordnung von Sensoren ist in der Zeichnung schematisch vereinfacht dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ausschnittsweise in einem vereinfachten Querschnitt eine Radaufhängung eines Kraftfahrzeuges, wobei eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens an dem gezeigten Rad des Kraftfahrzeuges vorgesehen ist;

Figur 2 zwei mögliche Anbaupositionen eines Sensors der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei einer Radaufhängung eines Fahrzeuges;

Figur 3 ein Diagramm, welches die Zuordnung von Signal-Amplituden zu einer Entfernung zwischen einem Sensor der erfindungsgemäßen Vorrichtung und einem erfassten Messziel an dem Reifen wiedergibt; und

Figur 4 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Zustandserkennung eines Reifens mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist bei einem Kraftfahrzeug 1 eine Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens 2 an einem Rad 3 des Kraftfahrzeuges 1 gezeigt, wobei fahrzeugseitig ein Sensor 4 vorgesehen ist, welcher zur Ermittlung eines Zustands bzw. spezifischer Zustandsdaten des Reifens 2 wenigstens eine Entfernung zu einem an dem Reifen 2 festgelegten Messziel ermittelt und an eine Auswerteeinrichtung 8 ausgibt.

Der Sensor 4, welcher vorliegend als ein Radarsensor ausgebildet ist, misst dabei eine Entfernung zu einem an einer Flanke des Reifens 2 festgelegten ersten Messziel 5, wobei mit Bezugszeichen D1 eine Entfernung bei einem definierten Norm-Zustand des Reifens 2 und mit Bezugszeichen D1' eine verkürzte Entfernung z. B. bei einem Minderdruck-Zustand des Reifens 2 und einer strichliert gezeigten, verformten Reifenkontur dargestellt ist.

Eine zweite von dem Sensor 4 ermittelte Entfernung D2 stellt eine Referenzentfernung zwischen dem Sensor 4 und einem Referenzmessziel 6 an dem Rad 3 dar, wobei das Referenzmessziel 6 vorliegend an einem Felgenhorn einer Felge 13 des Rades 3 festgelegt ist.

Das Felgenhorn der Felge 13 eignet sich besonders zur Festlegung eines Referenzmessziels, da an diesem Bereich der Felge 13 ohne Verunfallung des Fahrzeugs keine Formveränderungen oder Lageveränderungen zu erwarten sind.

Des Weiteren wird die Höhe des Sensors 4 gegenüber dem Fahr- untergrund 7, welcher ein weiteres Messziel darstellt, als weitere Entfernung ermittelt, wobei mit Bezugszeichen D3 eine Entfernung bei Norm-Zustand des Reifens 2 und mit Bezugszeichen D3' eine verkürzte Entfernung bei dem mit strichlierter Reifenkontur angedeuteten Minderdruck-Zustand des Reifens 2 dargestellt ist.

Wie aus der Figur 1 ersichtlich ist, werden die Abstände D1 und D3 zwischen dem Sensor 4 und dem Messziel 5 an dem Reifen 2 bzw. dem Sensor 4 und dem Fahruntergrund 7 gemäß der strichlierten Darstellung bei einer Minderbefüllung des Reifens 2 auf die entsprechenden Entfernungen D1' bzw. D3' verkürzt.

Die Auswerteeinrichtung 8 ermittelt aus den Entfernungswerten bzw. den Veränderungen der Entfernungswerte Zustandsdaten des Reifens 2 und stellt diese einem vorliegend als CAN-Bussystem ausgebildeten Netzwerk 9 mit hieran angeschlossenen Steuerungs-/Regelsystemen 10, 11 sowie Anzeigeeinrichtungen 12 des Kraftfahrzeuges 1 zur Verfügung.

In Figur 2 sind zwei mögliche Anordnungen des Sensors 4 gezeigt, wobei eine erste Position P1 die Anordnung des Sensors 4 an einem dynamisch mit dem Rad 3 schwingenden, mit dem Fahrzeugchassis 15 verbundenen Bauteil, wie hier einem Federbein 14, zeigt. Diese Position P1 des Sensors hat den Vorteil, dass sie nahe an den Messzielen liegt und eine dynamische Messung ermöglicht.

Des Weiteren ist eine stationäre Anordnung des Sensors 4 an einer Position P2 gezeigt, welche an einem starren Achselement des Fahrzeugchassis 15 vorgesehen sein kann. Von der Position P2 aus sind objektive Entfernungsmessungen des Sensors 4 zu den Messzielen 5, 6, 7 möglich.

In Figur 3 sind Messprofile als Amplituden AMP über eine Entfernung d gezeigt, wobei mit Bezugszeichen M_D1 ein die Entfernung $D1$ zwischen dem Sensor 4 und dem Messziel 5 an der Flanke des Reifens 2 bei Normzustand des Reifens 2 ergebendes Messprofil, mit Bezugszeichen M_D1' ein die Entfernung $D1'$ zwischen dem Sensor 4 und dem Messziel 5 bei Minderbefüllung des Reifens 2 ergebendes Messprofil, mit Bezugszeichen M_D3 ein die Entfernung $D3$ zwischen dem Sensor 4 und dem Fahruntergrund 7 bei Normzustand des Reifens 2 ergebendes Messprofil und mit Bezugszeichen M_D3' ein die Entfernung $D3'$ zwischen dem Sensor 4 und dem Fahruntergrund 7 bei Minderbefüllung des Reifens 2 ergebendes Messprofil prinzipmäßig dargestellt ist.

Die Verschiebung des Messprofils M_D1 zu M_D1' bzw. M_D3 zu M_D3' zeigt hier eindeutig eine Reifenverformung an, wobei aus der Reifenverformung durch einen geeigneten Algorithmus, welcher auf einem dynamischen Erkennen der Verschiebung der Messprofile basiert, der Zustand Minderbefüllung des Reifens 2 detektierbar ist.

Wie dem Diagramm der Figur 3 zu entnehmen ist, bilden die Messprofile M_D1 und M_D3 bzw. M_D1' und M_D3' zusammen jeweils eine Kurve mit zwei ausgeprägten Maxima deutlich unterschiedlicher Größe und Minima in Form von Nullpunkten.

Bei der vorliegenden Verwendung eines als Radarsensor ausgebildeten Sensors 4, welcher sowohl die Entfernung zu dem Messziel 5 an dem Reifen als auch zu dem Fahruntergrund 7 er-

mittelt und eine Geschwindigkeitskomponente des betrachteten Bereichs der Flanke des Reifens 2 an die Auswerteeinrichtung 8 ausgibt, kann in Kenntnis der Geometrien und einer entsprechenden Zuordnung in Abhängigkeit festgelegter Entfernungszellen das größere Maximum mit der Kurve des Messprofils M_{D1} bzw. $M_{D1'}$ der Messung der Entfernung zu dem Messziel 5 an dem Reifen 2 und das kleinere Maximum mit der Kurve des Messprofils M_{D3} bzw. $M_{D3'}$ der Messung der Entfernung zu dem Fahruntergrund 7 zugeordnet werden.

Eine klare Unterscheidung der Messprofile bzw. Entfernungsräume ergibt sich vorliegend durch die Nullstellen, welche bei einer Umschaltung des Radarsensors 4 auf das jeweilige Messziel auftreten.

Wie den Messprofilen M_{D1} , $M_{D1'}$, M_{D3} , $M_{D3'}$ der Figur 3 weiter zu entnehmen ist, weisen diese von einem Maximum ausgehend hin zu einem niedrigeren Entfernungsbereich jeweils einen starken, nahezu kontinuierlichen Abfall auf, während das Gefälle der Messprofile hin zu einem größeren Entfernungsbereich erheblich flacher verlaufen kann, wie insbesondere an den Messprofilen M_{D1} und $M_{D1'}$ ersichtlich ist. Dies zeigt, dass der linksseitige steile Abfall der Kurven M_{D1} , $M_{D1'}$, M_{D3} , $M_{D3'}$ eine empfindliche Messgröße darstellt, welche zur Extrapolation und Interpolation herangezogen werden kann, und hin zu größeren Entfernungen d gegebenenfalls Störgrößen auftreten können.

Die Durchführung einer Zustandserkennung des Reifens 2 kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem Verfahren gemäß dem in Figur 4 gezeigten Ablaufdiagramm durchgeführt werden.

Bei dem in Figur 4 ersichtlichen Diagramm werden zunächst in einer ersten Funktion F1 die Amplituden AMP über die Entfernungen gemäß den Messprofilen der Figur 3 aufgenommen.

In einer nachfolgenden Funktion F2 werden die Maxima und Minima der Messprofile bestimmt, und in einer weiteren Funktion F3 wird überprüft, ob die Ergebnisse bzw. Messprofile, wie bei dem vorliegenden Beispiel die Messprofile M_D1' und M_D3', mit in einer Speichereinheit abgelegten zugeordneten Normwerten bzw. Norm-Messprofilen, nämlich vorliegend den Messprofilen M_D1 bzw. M_D3, kongruent sind.

Bei mehreren Maxima erfolgt eine Auswertung der Signale auf die jeweiligen Maxima in einer weiteren Funktion F4, wobei sich hieran in einer nachfolgenden Funktion F5 ein Vergleich der Maxima mit Normwerten bzw. Erfahrungswerten, welche statische und dynamische Werte für den Normalzustand sein können, anschließt.

Nachfolgend kann in einer weiteren Funktion F6 des Ablaufdiagramms eine dynamische Anpassung der Normwerte vorgenommen werden.

In einer weiteren Funktion F7 wird geprüft, ob die Normwerte bezüglich des Abstandes D1 zu dem Messziel 5 an der Flanke des Reifens 2 und des Abstandes D3 zu dem Fahruntergrund 7 erfüllt sind. Wenn dies in der Unterscheidungsfunktion F7 festgestellt wird, wird in einer nachfolgenden Funktion F8 ausgegeben, dass die Ergebnisse bzw. Messprofile von einem Algorithmus eines Steuergeräts des Kraftfahrzeugs genutzt werden können.

Die Bereitstellung der Informationen bzw. Ergebnisse zur Nutzung durch beispielsweise an ein Bordnetz des Fahrzeugs angeschlossene Steuerungs- und Regelsysteme erfolgt in einer weiteren Funktion F10.

Falls eine Abweichung zu den Normwerten in der Unterscheidungsfunktion F7 festgestellt wird, erfolgt in einer nachfolgenden Unterscheidungsfunktion F9 eine Selektion der Werte dahingehend, ob diese genutzt werden können, oder ob die Signale nicht weiter nutzbar sind.

Wenn die Signale weiter genutzt werden können, wird zur Nutzungsbereitstellung in die entsprechende Funktion F10 verzweigt. Falls die Abweichungen größer als eine vorgegebene Schwelle sind und somit als nicht weiter nutzbar definiert sind, wird in einer nachfolgenden Funktion F14 ausgegeben, dass das Signal nicht nutzbar ist.

Daraufhin wird in einer nachfolgenden Funktion F15 ein Systemnotlauf gestartet, welche Information an die Funktion F10

zur Nutzung der Messprofile durch das Netzwerk des Fahrzeugs und der Regleralgorithmen der angeschlossenen Steuer-/Regelsysteme ausgegeben wird.

Wenn bei der Überprüfung der Messprofile auf Kongruenz mit den Normwerten in der Funktion F3 eine Abweichung festgestellt wird, welche für einen Defekt des Sensors definiert ist, beispielsweise wenn nur ein Maximum erkennbar ist, wird eine Notlaufauswertung mit einer Funktion F11 gestartet anstatt die Auswertung der Signale auf Maxima gemäß der Funktion F4 durchzuführen.

Bei der Notlaufauswertung wird in einer Unterscheidungsfunktion F12 geprüft, ob eine festgestellte Abweichung eines Messprofils von Normwerten auswertbar oder nicht plausibel ist. Falls die festgestellten Abweichungen außerhalb eines definierten Plausibilitätsbereichs sind, wird in einer nachfolgenden Funktion F13 ausgegeben, dass ein möglicher Sensordefekt vorliegt und in die Funktion F14, welche ausgibt, dass das Signal nicht nutzbar ist, verzweigt, woraufhin gemäß der Funktion F15 ein Systemnotlauf gestartet wird und diese Information an die Funktion F10 zur Nutzung der Messprofile durch die angeschlossenen Regleralgorithmen in dem Fahrzeug ausgegeben wird.

Wenn bei der Notlaufauswertung in der Funktion F12 festgestellt wird, dass eine vorliegende Veränderung bzw. Messprofilabweichung auswertbar ist, kann in einer nachfolgenden Funktion F16 die Information, dass ein Reifendefekt vorliegt,

generiert werden und an die Funktion F10 zur Nutzung der Information durch die Steuer-/Regelsysteme des Fahrzeugs ausgegeben werden.

Nachdem die Informationen gemäß der Funktion F10 über das Bordnetz des Kraftfahrzeugs unterschiedlichen Steuer-/Regelsystemen zu Verfügung gestellt sind, werden diese in einer nachfolgenden Funktion F17 von einem dieser Systeme eingelesen, wobei beispielsweise ein Vergleich mit in einer Datenbank abgespeicherten Erfahrungswerten bzw. Standardwerten durchgeführt wird und die vorliegenden Informationen auf Abweichungen geprüft werden.

Je nach Ergebnis der Verarbeitung der Informationen in der Funktion F17 erfolgt in einer nachfolgenden Funktion F18 eine Reaktion der jeweils involvierten Auswerteeinrichtung bzw. Steuereinrichtung.

Diese kann beispielsweise bei einer dynamischen Messung durch den Sensor 4 in einer nachfolgenden Funktion F19 die Information ausgeben, dass dynamische Veränderungen des Fahrzustandes, wie beispielsweise eine Beschleunigung, eine Verzögerung und eine Kurvenfahrt, vorliegen.

Des Weiteren kann in einer Funktion F20 die Berechnung der Radmomente gestartet werden, wobei die Aussagen über dynamische Veränderungen des Fahrzustands der Funktion F19 und die Radmomente der Funktion F20 in einer nachfolgenden Funktion F21, welche einen Regelalgorithmus zur Einstellung der Fahr-

zeuggeschwindigkeit darstellt, verarbeitet werden können. Die Geschwindigkeitsregelung beruht damit auf qualitativen Signalen und sicheren Informationen.

Weiterhin kann die betreffende Auswerteeinrichtung oder Steuereinrichtung die vorliegenden Informationen als Zustandsdaten des Reifens einem definierten Zustand zuweisen und diesen Zustand als Signal ausgeben.

In dem Ablaufdiagramm der Figur 4 sind dabei als Zustand Z1 ein Unwuchtzustand des Reifens, als Zustand Z2 ein Druckzustand des Reifens, als Zustand Z3 ein Profilzustand des Reifens, als Zustand Z4 ein Reifenoberflächenzustand, als Zustand Z5 ein Sommerreifen-/Winterreifen-Zustand, als Zustand Z6 ein Vorliegen einer nicht gesetzlichen Verwendung von Reifen oder Felgen und als Zustand Z7 ein Felgenzustand beispielsweise aufgeführt.

Weiterhin kann in einer Funktion F22 als Reaktion der Funktion F18 eine Selbstkalibrierung des Sensors durch Referenz zur Felge angefordert werden.

Je nach ausgegebenem Zustand werden in einer nachfolgenden Funktion F23 dem jeweiligen Zustand zugeordnete Maßnahmen eingeleitet, wie beispielsweise ein Notlaufprogramm, die Aktivierung optischer und/oder akustischer und/oder haptischer Warnsignale, eine automatische Geschwindigkeitsbegrenzung, eine Veränderung der Bremscharakteristik, eine Änderung der

Motorcharakteristik oder eine Anpassung von Beschleunigungszuständen an die Fahrbahnoberfläche.

Anhand der ergriffenen Maßnahmen erfolgt in einer weiteren Funktion F24 eine Selektion von Hypothesen und eine Einordnung der Maßnahmen in Kategorien, wobei beispielsweise eine Priorisierung einzelner Maßnahmen festgelegt werden kann.

Letztlich erfolgt in einer Funktion F25 eine Rekursion des vorbeschriebenen Ablaufs bei einem neuen Messzyklus.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Zustandserkennung eines Reifens (2) an einem Rad (3) eines Fahrzeugs (1) mit wenigstens einem Sensor (4), welcher Zustandsdaten des Reifens (2) ermittelt und an eine Empfangseinheit des Fahrzeugs (1) ausgibt, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein fahrzeugseitiger Sensor (4) vorgesehen ist, welcher eine Entfernung (D1, D1', D2, D3, D3') zu wenigstens einem an dem Reifen (2) festgelegten Messziel (5, 6, 7) repräsentierende Werte ermittelt und an eine Auswerteeinrichtung (8) ausgibt, welche hieraus Zustandsdaten des Reifens (2) ermittelt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sensor (4) Geschwindigkeitswerte des wenigstens einen Messziels (5, 6) ermittelt.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit (8) aus den Entfernungswerten (D_1 , D_1' , D_2 , D_3 , D_3') und/oder Geschwindigkeitswerten Größen ermittelt, welche mit in einer Speichereinheit abgelegten Normwerten verglichen werden.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit Amplituden (AMP) der Entfernung ermittelt, deren Maxima mit abgelegten Normwerten verglichen werden.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sensor (4) statisch an dem Fahrzeugchassis (15) angeordnet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der wenigstens eine Sensor (4) an einem dynamisch mit dem Fahrzeugchassis (15) verbundenen Bauteil, insbesondere einem Federbein (14), angeordnet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Messziel (5) an einer Flanke des Reifens (2) festgelegt ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiteres Messziel ein rotierendes Referenzmessziel (6) an dem Rad (3) ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiteres Messziel ein Fahruntergrund (7) ist, wobei die Höhe des Sensors (4) gegenüber dem Fahruntergrund (7) als Entfernung (D_3 , D_3') ermittelt wird.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (4) als ein elektromagnetischer Sensor, insbesondere Radarsensor, oder als optischer Sensor, insbesondere als Lidarsensor oder Bilderfassungseinrichtung, oder als ein akustischer Sensor, insbesondere Ultraschallsensor, ausgebildet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustandsdaten wenigstens eine Auswahl der Zustände „Druckzustand des Reifens“, „Belastungszustand des Reifens“, „Reifenoberflächenzustand“, „Profilzustand des Reifens“, „Sommerreifen/Winterreifen-Zustand“ und „Unwuchtzustand des Reifens“ repräsentieren.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Zustandsdaten einen Felgenzustand repräsentieren.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteinrichtung (8) Zustandsdaten des Reifens (2) einem Netzwerk (9) mit hieran angeschlossenen Steuerungs-/Regelsystemen (10, 11) und/oder

wenigstens einer Anzeigeeinrichtung (12) des Fahrzeugs (1) zur Verfügung stellt.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrzeug als ein Kraftfahrzeug (1) ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrzeug als ein Luftfahrzeug ausgebildet ist.

1 / 3

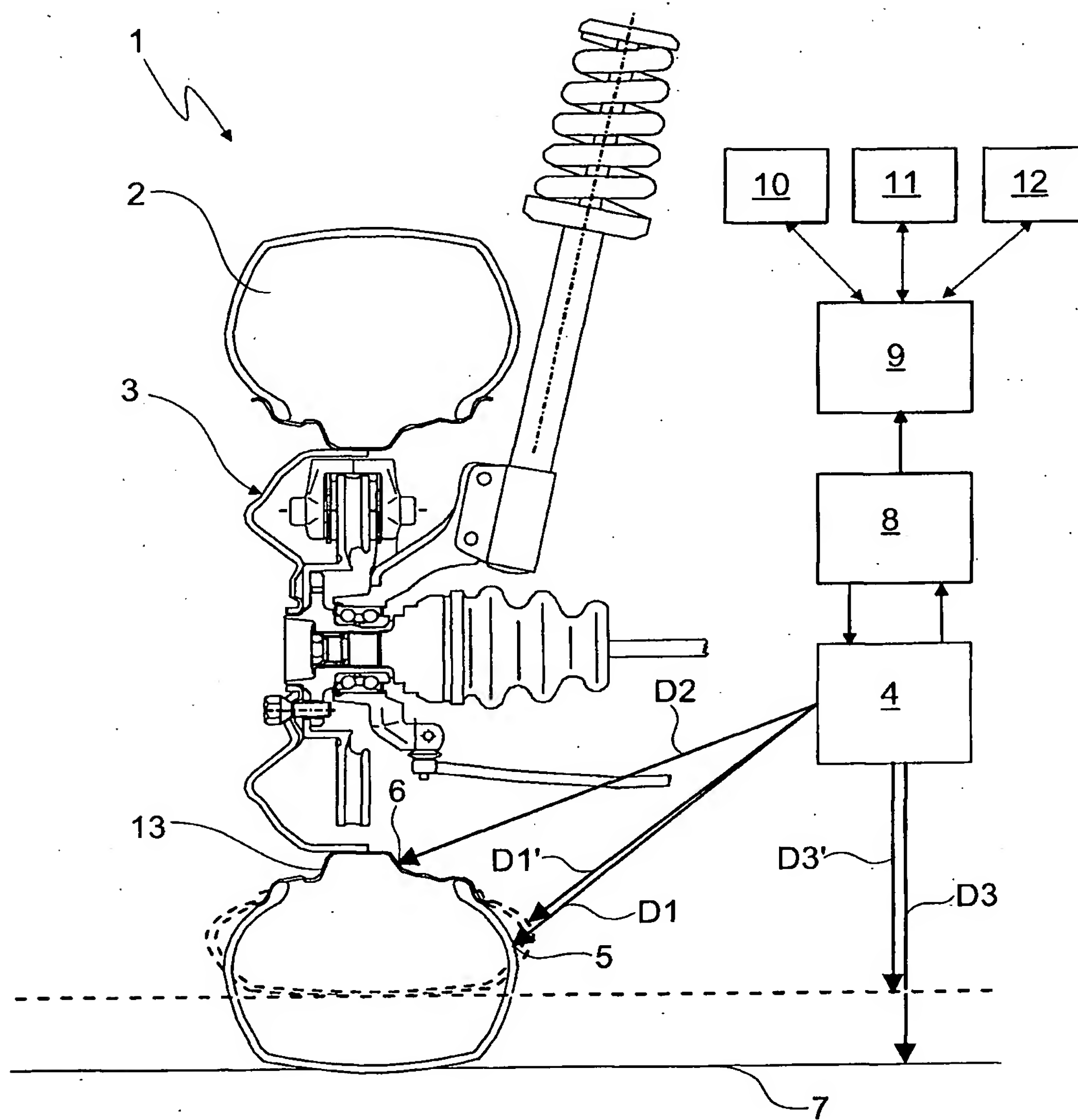


Fig. 1

2 / 3

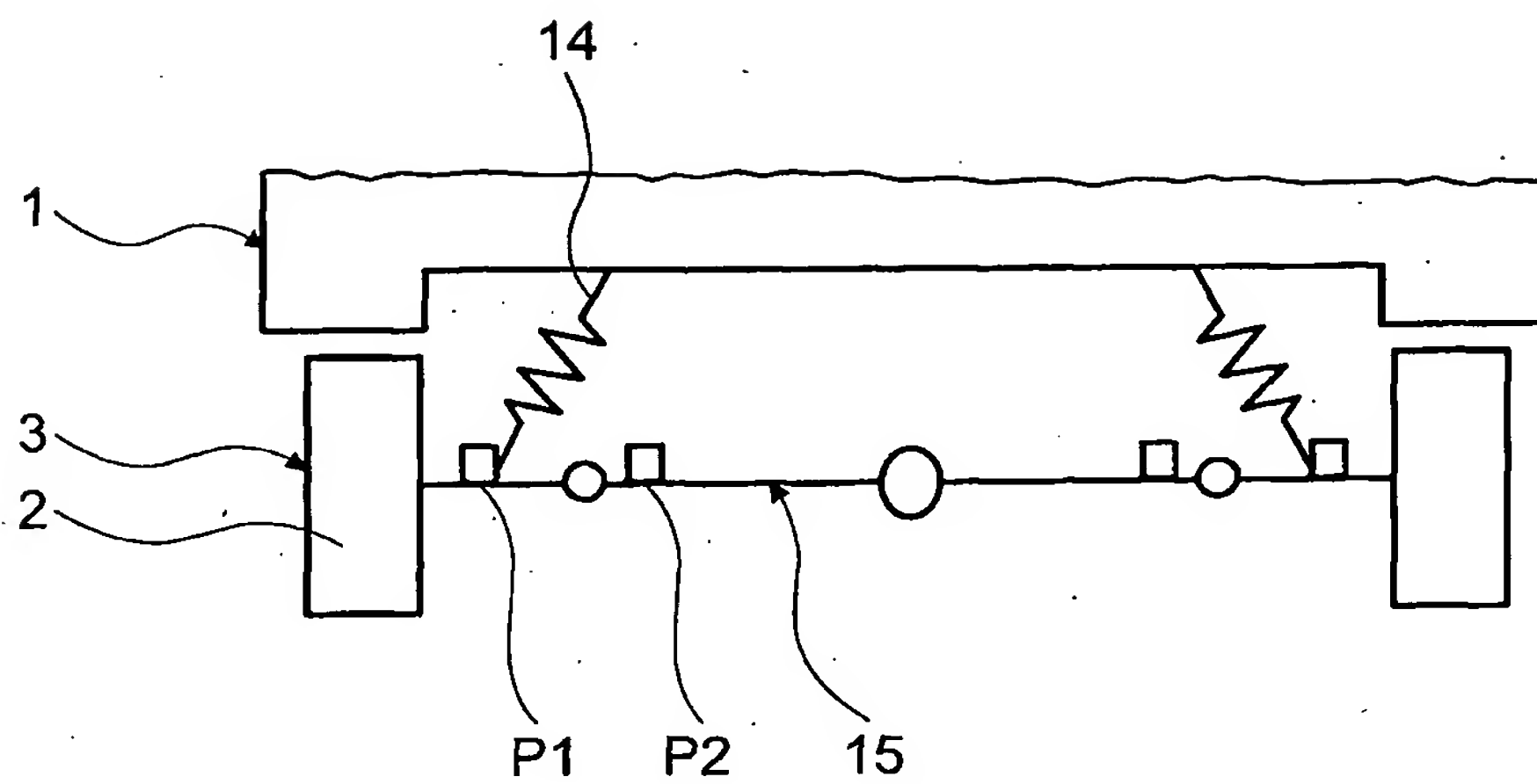


Fig. 2

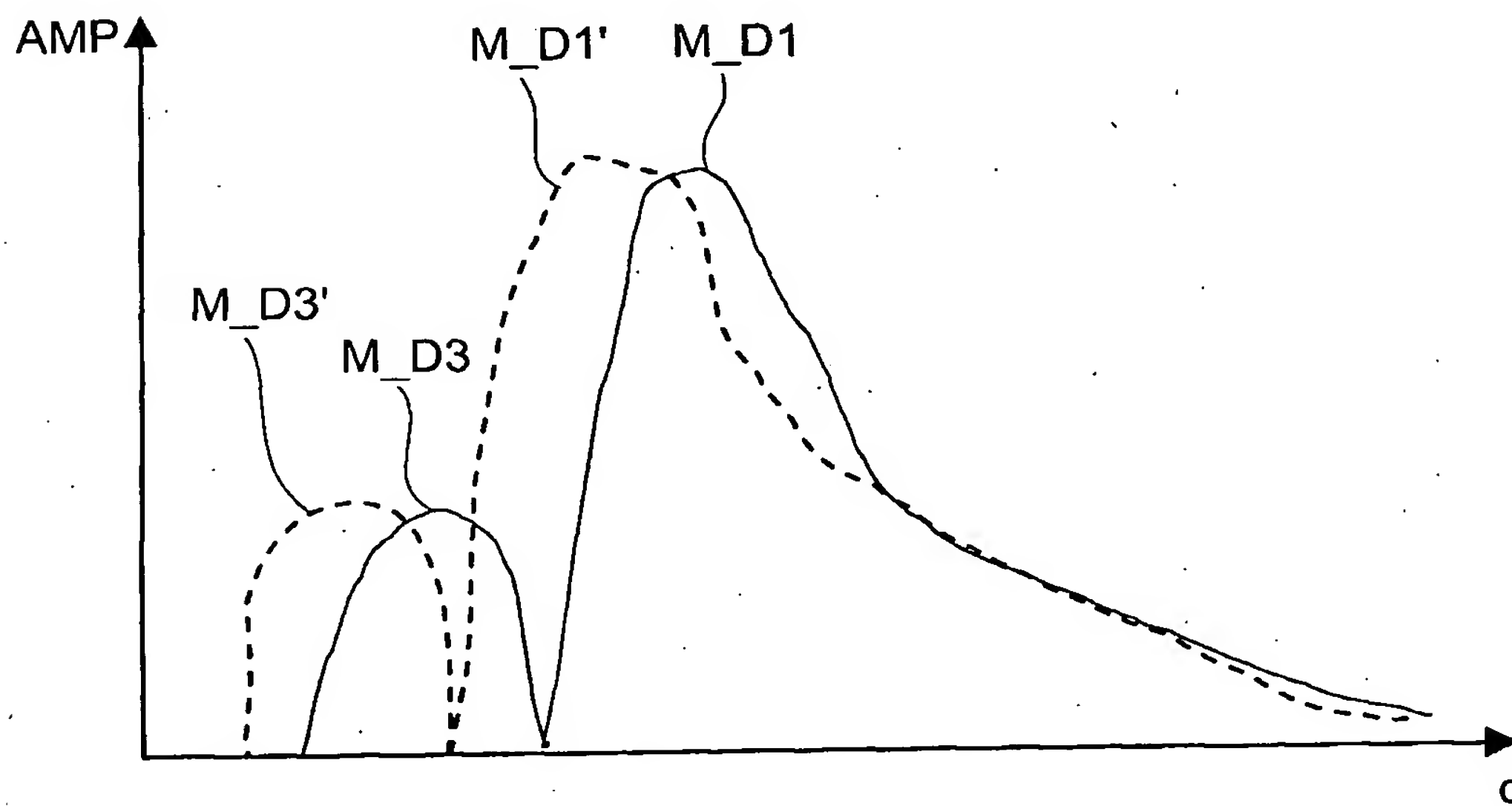


Fig. 3

3 / 3

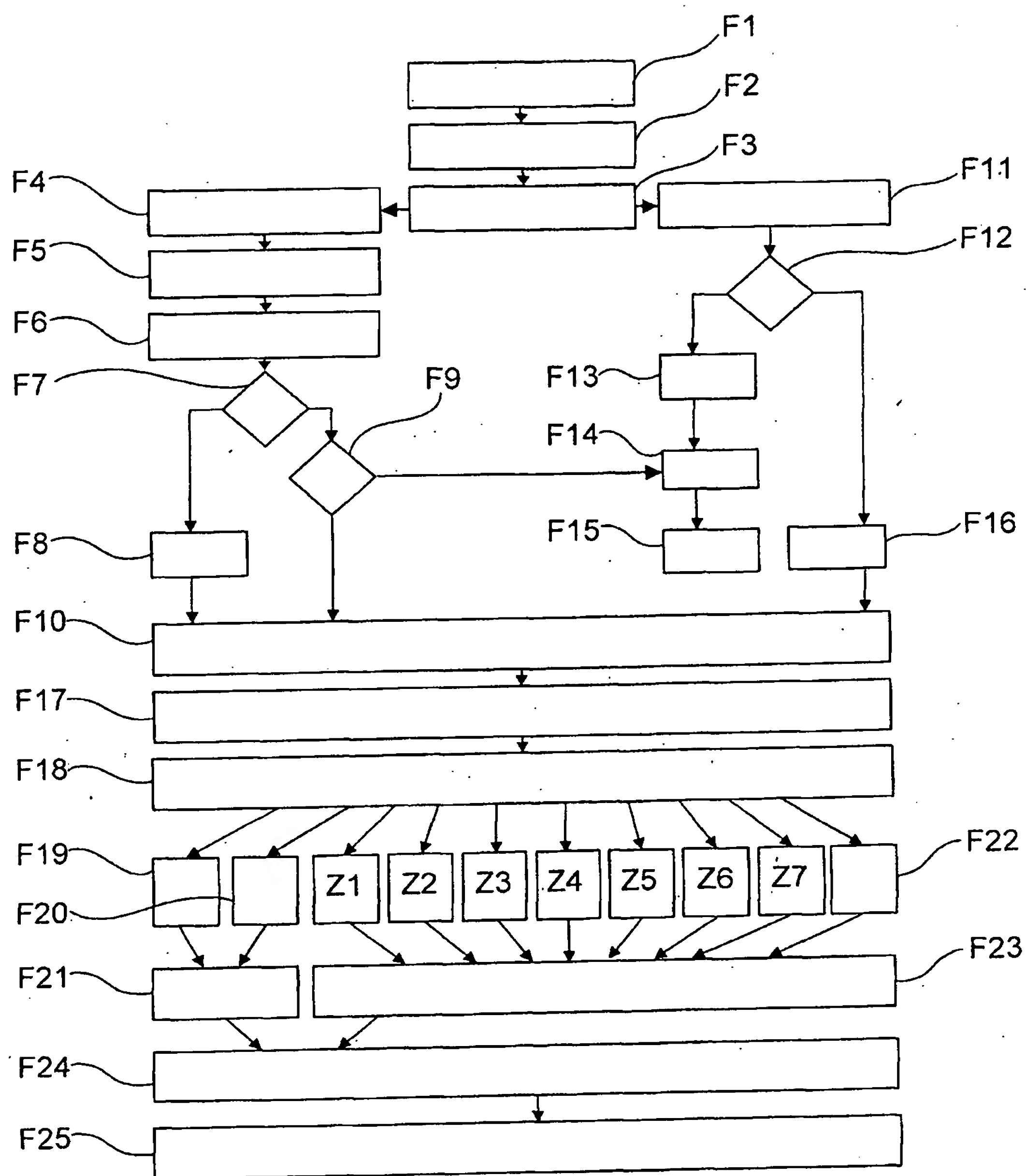


Fig. 4